

## 明細書

送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、プログラム

## 技術分野

5

本発明は、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムに関する。

## 10 背景技術

従来から、複数の信号を効率良く伝送するための技術として、CDMA (Code Division Multiple Access) や、WCDMA (Wideband CDMA) などの技術が提案されている。

15 CDMAでは、送信側は、複数の信号のそれぞれに互いに異なる拡散符号を重畠して加算し、送信する。受信側は、各自に割り当てられた拡散符号と受信信号とずらしながら相関をとって、相関が高いポイントを同期点とし、当該同期点を基準に拡散符号を重畠して、自分宛の信号を復元する。

20 もっとも簡単で現在日本で使われているWCDMAでは、送信側は、複数の信号のそれぞれに互いに異なる拡散符号を重畠して加算する系が2つあり、これらの系の出力のそれを、位相が90度異なるIチャネルおよびQチャネルに割り当てて送信するものである。そして、これらの複数の信号は、同期しているのが一般的である。

25 また、以下の文献では、非同期ユーザCDMAについての技術が開示されており、非同期ユーザCDMAの方が同期ユーザCDMAに比べてより干渉雑音が少ない旨の主張がされている。

[非特許文献1] M. B. Pursely, Performance Evaluation for Phased-Coded Spread-Spectrum Multiple-Access Communication Part 1: S

ystem Analysis, IEEE Trans-Communications, Vol. 25 (1977), pp. 7  
95-799.

しかしながら、複数の同期信号を効率良く伝送するとともに、受信側での分離を容易にし、ビット誤り率を低下させるためのより良い技術が強く求められている。

本発明は、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムを提供することを目的とする。

10

### 発明の開示

以上の目的を達成するため、本発明の原理にしたがって、下記の発明を開示する。

15 本発明の第1の観点に係る送信装置は、入力受付部と、非同期化部と、変調部と、送信部と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、入力受付部は、複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ の入力を受け付ける。

一方、非同期化部は、入力を受け付けられた複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ のそれぞれを、時間 $t_1, \dots, t_N$ だけ遅延させた複数の非同期信号 $v_1, \dots, v_N$ を出力する。

さらに、変調部は、出力された複数の非同期信号 $v_1, \dots, v_N$ を変調した変調済信号 $w_1, \dots, w_L$  ( $1 \leq L \leq N$ )を出力する。

そして、送信部は、出力された変調済信号 $w_1, \dots, w_L$ を送信する。

25 ここで、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ は入力を受け付けられた複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ のクロックレートの最小値の逆数よりも短い。

また、本発明の送信装置は、記憶部をさらに備え、記憶部は、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ をあらかじめ記憶し、非同期化部は、記憶部に記憶された時間のそれにより、当該複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ の

それを、当該時間  $t_1, \dots, t_n$  だけ遅延させるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、変調部は、当該非同期信号  $v_1, \dots, v_n$  を  $L$  ( $L \leq N$ ) 個の信号群に分類し、当該分類された  $L$  個の信号群のそれを、 $L$  個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を出力するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L$  個の無線周波数変調器により当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  のそれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L/2$  個の無線周波数変調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルに当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、 $L=2$  であるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_n$  は、あらかじめ記憶される整数値  $a$  と、所定の有限体上の非線型変換  $f(\cdot)$  と、により、

$$20 \quad t_i = c u_i \quad (1 \leq i \leq N);$$

$$u_i = a;$$

と定められる  $u_1, \dots, u_n$  に比例するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、あらかじめ記憶される値  $a$  は、所定の時間が経過するごとに、

$$25 \quad a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_n$  が更新されるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、当該所定の非線型変換  $f(\cdot)$  は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

- (a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、
- (b) ベルヌーイ写像による変換、
- (c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^e - 1$ ) を用いて定義される変換  
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^e}$ 、

5 (d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明の他の観点に係る受信装置は、受信部と、遅延部と、復調部  
10 と、出力部と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、受信部は、複数の信号を受信信号  $a_1, \dots, a_L$  ( $1 \leq L$ ) として受信する。

一方、遅延部は、受信された複数の受信信号  $a_1, \dots, a_L$  のそれぞれを、所定の定数時間  $T$  による時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  ( $L \leq N$ ) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を出力する。  
15

さらに、復調部は、出力された複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を復調した復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を出力する。

そして、出力部は、出力された複数の復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を、伝送された複数の同期信号として出力する。

20 また、本発明の受信装置は、記憶部をさらに備え、以下のように構成することができる。

すなわち、記憶部は、当該所定の定数時間  $T$  および時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじめ記憶する。

一方、遅延部は、記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  だけ遅延させる。  
25

また、本発明の受信装置において、遅延部は、当該遅延時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  を  $L$  個の遅延時間群に分類し、当該分類された  $L$  個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号  $a_1, \dots, a_L$  に重複しないように適用し

て、当該中間信号  $p_1, \dots, p_n$  を出力するように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L$  個の無線周波数復調器から当該受信信号  $a_1, \dots, a_L$  のそれぞれを得るよう構成することができる。

5 また、本発明の受信装置において、受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L/2$  個の無線周波数復調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルから当該受信信号  $a_1, \dots, a_L$  を重複しないように得るように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、 $L=2$  であるように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、当該時間  $t_1, \dots, t_n$  は、あらかじめ記憶される整数値  $a$  と、所定の有限体上の非線型変換  $f(\cdot)$  により、

$$u_1 = a ; \\ 15 \quad u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < n)$$

と定められる  $u_1, \dots, u_n$  に比例するように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、あらかじめ記憶される値  $a$  は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_n)$$

20 と更新され、これによって、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_n$  が更新されるように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、当該所定の非線型変換  $f(\cdot)$  は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

- (a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換、
- 25 (b) ベルヌーイ写像による変換、
- (c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^n - 1$ ) を用いて定義される変換  $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^n}$ 、
- (d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明のその他の観点に係る送信方法は、入力受付工程と、非同期化工程と、変調工程と、送信工程と、を備え、以下のように構成する。

5 すなわち、入力受付工程では、複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  の入力を受け付ける。

一方、非同期化工程では、入力を受け付けられた複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれを、時間  $t_1, \dots, t_N$  だけ遅延させた複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を出力する。

10 さらに、変調工程では、出力された複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を変調した変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  ( $1 \leq L \leq N$ ) を出力する。

そして、送信工程では、出力された変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を送信する。

一方、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  は入力を受け付けられた複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のクロックレートの最小値の逆数よりも短い。

15 また、本発明の送信方法は、遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじめ記憶する記憶部を用い、非同期化工程では、記憶部に記憶された時間のそれにより、当該複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれを、当該時間  $t_1, \dots, t_N$  だけ遅延させるように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、変調工程では、当該非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を  $L$  ( $L \leq N$ ) 個の信号群に分類し、当該分類された  $L$  個の信号群のそれを、 $L$  個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を出力するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L$  個の無線周波数変調器により当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  のそれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L/2$  個の無線周波数変調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルに当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を重複しないように与えて、得

られた送信信号のそれぞれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、 $L=2$ であるように構成することができる。

- 5 また、本発明の送信方法において、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ は、あらかじめ記憶される整数値 $a$ と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

10 と定められる $u_1, \dots, u_N$ に比例するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、あらかじめ記憶される値 $a$ は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ が更新され15 るように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

- 20 (c) 整数 $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^k - 1$ ) を用いて定義される変換  
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^k}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

- (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形25 となる変換。

本発明の他の観点に係る受信方法は、受信工程と、遅延工程と、復調工程と、出力工程と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、受信工程では、複数の信号を受信信号 $a_1, \dots, a_L$  ( $1 \leq L$ ) として受信する。

一方、遅延工程では、受信された複数の受信信号 $a_1, \dots, a_L$ のそれを、所定の定数時間Tによる時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$  ( $L \leq N$ )のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号 $p_1, \dots, p_N$ を出力する。

さらに、復調工程では、出力された複数の中間信号 $p_1, \dots, p_N$ を復調した復調済信号 $r_1, \dots, r_N$ を出力する。

そして、出力工程では、出力された複数の復調済信号 $r_1, \dots, r_N$ を、伝送された複数の同期信号として出力する。

また、本発明の受信方法は、当該所定の定数時間Tおよび時間 $t_1, \dots, t_N$ をあらかじめ記憶する記憶部を用い、遅延工程では、記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ だけ遅延させるように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、遅延工程では、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ をL個の遅延時間群に分類し、当該分類されたL個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ に重複しないように適用して、当該中間信号 $p_1, \dots, p_N$ を出力するように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL個の無線周波数復調器から当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ のそれぞれを得るよう構成することができる。

また、本発明の受信方法において、受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数復調器のそれぞれのIチャネルとQチャネルから当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ を重複しないように得るように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、 $L=2$ であるように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、当該時間 $t_1, \dots, t_N$ は、あらかじめ記憶される整数値aと、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_i = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる  $u_1, \dots, u_N$  に比例するように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、あらかじめ記憶される値  $a$  は、所定の時間が経過するごとに、

5       $a = f(u_N)$

と更新され、これによって、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  が更新されるように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、当該所定の非線型変換  $f(\cdot)$  は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

10     (a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^r - 1$ ) を用いて定義される変換  
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^r}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割  
15 った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明の他の観点に係るプログラムは、コンピュータ (FPGA  
(Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Processor)  
20 ）、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を含む。) を、上記の送信装置または受信装置として機能させ、もしくは、コンピュータに上記の送信方法または受信方法を実行させるように構成する。

当該プログラムは、コンパクトディスク、フレキシブルディスク、  
25 ハードディスク、光磁気ディスク、デジタルビデオディスク、磁気テープ、半導体メモリ等のコンピュータ読取可能な情報記録媒体に記録することができる。

上記プログラムは、当該プログラムが実行される無線通信端末とは独立して、コンピュータ通信網を介して配布・販売することができる。

また、上記情報記録媒体は、当該無線通信端末とは独立して配布・販売することができる。

### 図面の簡単な説明

5

図1は、本発明の実施形態に係る送信装置の概要構成を示す模式図である。

図2は、本発明の実施形態に係る受信装置の概要構成を示す模式図である。

10 図3は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図4は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図5は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図6は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図7は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

20 図8は、本発明をWCDMA通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

### 発明を実施するための最良の形態

25 以下に本発明の実施形態を説明する。なお、以下に説明する実施形態は説明のためのものであり、本願発明の範囲を制限するものではない。したがって、当業者であればこれらの各要素もしくは全要素をこれと均等なものに置換した実施形態を採用することが可能であるが、これらの実施形態も本願発明の範囲に含まれる。

## (送信装置の実施の形態)

図1は、本発明の実施形態の1つに係る送信装置の概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

送信装置101は、入力受付部102と、非同期化部103と、変調部104と、送信部105と、記憶部106と、計算部107と、を備える。

まず、入力受付部102は、複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ の入力を受け付ける。本図では、N=8の場合を示している。これらの同期信号は、たとえば、以下ののような信号に相当する。

10 (1) ある基地局から、当該基地局のセル内にある複数の移動端末のそれぞれへ伝送すべき信号。

(2) マルチチャネルCDMAやマルチチャネルWCDMAの移動局に対して伝送する音声や画像などの種々のデータの信号や制御データ等の信号。

15 ついで、非同期化部103は、入力を受け付けられた複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ のそれを、時間 $t_1, \dots, t_N$ だけ遅延させた複数の非同期信号 $v_1, \dots, v_N$ を出力する。

ここで、遅延時間 $t_1, \dots, t_N$ は入力を受け付けられた複数の同期信号 $r_1, \dots, r_N$ のクロックレートの最小値の逆数（以下、Wとする。）よりも20短くなるようにする。

ここで、本実施形態では、遅延時間 $t_1, \dots, t_N$ は、記憶部106にあらかじめ記憶しておく。また、記憶部106にあらかじめ記憶される整数aと、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、所定の比例係数cと、を用いて、計算部107が以下の漸化式の計算を行うことにより、得られる $u_1, \dots, u_N$ に比例するように定めてても良い。

$$u_1 = a ;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

さらに、計算部107は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

のように、記憶部 106 に記憶される整数の値を更新し、当該更新にともなって、遅延時間  $t_1, \dots, t_N$  を再計算することとしても良い。

たとえば、 $0 < S < W$  なる定数  $S$  をあらかじめ定めて、 $u_1, \dots, u_N$  の最大値を  $U$  としたときに、

$$5 \quad t_i = S u_i / U \quad (1 \leq i \leq N)$$

とすれば、上記の条件を満たす  $t_1, \dots, t_N$  が得られる。

さて、所定の有限体上の非線型変換  $f(\cdot)$  としては、以下の (a) ~ (e) のようなものを考えることができる。

(a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換。すなわち、

$$10 \quad f(\cos \theta) = \cos(m\theta) \quad (m \geq 2)$$

により定義される多項式を用いる。 $m=2$  の場合は、

$$f(x) = 2x^2 - 1$$

$m=3$  の場合は、

$$f(x) = 4x^3 - 3x$$

15  $m=4$  の場合は、

$$f(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$$

である。

(b) ベルヌーイ写像による変換。上記のチェビシェフ多項式はカオス写像として利用することができるが、ベルヌーイ写像もまた、カ20 オス写像の 1 つである。

(c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^k - 1$ ) を用いて定義される変換  
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^k}$ 。

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換。たとえば、コンピュータによりチェビシェフ25 の多項式による演算を行う場合には、整数表現として剰余類による表現を考える。たとえば、整数の精度は 32 ビットとし、加減乗除は下 32 ビットのみを考慮する、という形式である。

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

このようにして得られる  $t_1, \dots, t_N$  は、ある種の乱数であり、これによって、複数の同期信号の同期が乱され、複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  となる。

したがって、上記の各種の手法に限らず、種々の擬似乱数の生成手法を用いて、 $t_1, \dots, t_N$  を定めても良い。また、あらかじめ乱数として定めた  $t_1, \dots, t_N$  を用意しておき、これを繰り返し使うような形態を採用しても良い。

さらに、変調部 104 は、出力された複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を変調する。本実施形態では、変調部 104 は、L 個のスペクトル拡散変調器 111 を有する。そこで、当該非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を L ( $L \leq N$ ) 個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、これらスペクトル拡散変調器 111 のいずれかに重複しないように与える。

本図では、2 つの信号群に分類し ( $L=2$ ) 、 $v_1 \sim v_4$  をスペクトル拡散変調器 111a に、 $v_5 \sim v_8$  をスペクトル拡散変調器 111b に、それぞれ与えている。

本図に示すスペクトル拡散変調器 111 のそれぞれは、互いに異なる 4 つの拡散符号を入力された非同期信号に重畠して加算することにより、スペクトル拡散変調を行う。なお、スペクトル拡散変調器 111 が利用する拡散符号のセットは、互いに重複しないことが望ましい。ただし、適用分野によっては、同じ拡散符号のセットや一部が重複する拡散符号のセットを利用するスペクトル拡散変調器 111 をそれぞれの信号群に対して適用することができる。

最終的に、変調部 104 は、変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を出力する。本図に示す例では、各スペクトル拡散変調器 111 が信号を出力するので、 $w_1$  と  $w_2$  が出力されるである。

そして、送信部 105 は、出力された変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を送信する。本図では、位相が 90 度異なる I チャネルと Q チャネルに対して  $w_1$  と  $w_2$  とをそれぞれ与えることにより、従来の WCDMA に類似した伝送を行っている。

なお、本図下部に示されるように、送信部 105 が互いに異なる搬送周波数を用いる無線周波数変調器により当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  のそれぞれを無線送信するようにしても良い。

(受信装置の実施の形態)

- 5 上記のような送信装置において、受信側の 1 つに伝送すべき信号が、 $r_i$  のいずれか 1 つである場合には、相関をとって同期するような CDM A 用の通常の受信装置を利用すれば、受信側で  $r_i$  を復元することができる。

以下では、受信側で必要とする信号が、 $r_1, \dots, r_N$  であるような受信装置の実施形態について説明する。すなわち、各信号が音声信号や画像信号、各種のデータ信号、制御データ信号などに対応し、1 つの端末で、これら複数の信号を利用するような場合であり、マルチチャネル CDMA (CDMA 2000) やマルチチャネル WCDMA の移動局として適用可能な実施形態である。

- 15 図 2 は、本発明の実施形態の 1 つに係る受信装置であって、図 1 に示す送信装置に対応するものの概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

本実施形態の受信装置 201 は、受信部 202 と、遅延部 203 と、復調部 204 と、出力部 205 と、を備える。

- 20 受信部 202 は、複数の信号を受信信号  $a_1, \dots, a_L$  ( $1 \leq L$ ) として受信する。図 1 に示す送信装置 101 では、送信部 105 の形態として、I チャネルと Q チャネルを用いる手法と、異なる搬送周波数を用いる手法と、があったが、前者の場合は、受信部 202 で、I チャネルと Q チャネルへの分離を行い、後者の場合は、受信部 202 で、当該それぞれの搬送周波数帯のバンドパスフィルタを用いればよい。本図に示す例では、上記送信装置 101 同様、 $L=2$  である。

一方、遅延部 203 は、受信された複数の受信信号  $a_1, \dots, a_L$  のそれを、所定の定数時間  $T$  による時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  ( $L \leq N$ ) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を出力する。本図に示

す例では、 $a_1$ からは、これを遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_4$ だけ遅延させた4つの信号 $p_1, \dots, p_4$ を得ており、 $a_2$ からは、これを遅延時間 $T-t_5, \dots, T-t_8$ だけ遅延させた4つの信号 $p_5, \dots, p_8$ を得ている。

$T$ は、いずれの遅延時間よりも大きい定数であれば何でも良いが、送信装置101との対比で考えれば、SやWなどの数値を採用することが望ましい。時間 $t_1 \sim t_8$ は、対応する送信装置101と同じように決める。本図では、記憶部206と計算部207によって、記憶部106と計算部107と同様の処理を行う。この手法では、送信装置101と受信装置201とで、初期値 $a$ が一旦共有されれば、それ以降の時間 $t_i$ の計算は、それぞれが独立して行っても、同じ値を得ることができる。

なお、定数 $T$ は、記憶部106に記憶しておき、 $T-t_i$ を計算部207が計算し、これらを遅延部203に通知するような形式を採用しても良い。

一方、復調部204は、出力された複数の中間信号 $p_1, \dots, p_8$ を復調した復調済信号 $r_1, \dots, r_8$ を出力する。本実施形態では、送信装置101に合わせて、 $L$ 個のスペクトル拡散復調器211を利用する。本図では、 $p_1 \sim p_4$ をスペクトル拡散復調器211aに、 $p_5 \sim p_8$ をスペクトル拡散復調器211bに、それぞれ与え、前者から $r_1 \sim r_4$ を、後者から $r_5 \sim r_8$ を、それぞれ得ている。

各スペクトル拡散復調器211は、送信装置101のスペクトル拡散変調器111のうち、対応するもので使われた拡散符号を用いて、復調を行う。

そして、出力部205は、出力された複数の復調済信号 $r_1, \dots, r_8$ を、伝送された複数の同期信号として出力する。

## 25 (実験結果)

パラメータとして $L=N=2$ を採用した場合の通常のWCDMA通信の場合 ( $t_1 = t_2 = 0$ に相当する。) と、WCDMA通信に本発明を適用し各チャネルを非同期化した場合 ( $t_1, t_2$ は乱数で決める。) とした場合について、ビット誤り率をシミュレーション実験により比較した。WC

DMA規格の転送レートとして、 $60\text{ kbps}$ 、 $240\text{ kbps}$ 、 $960\text{ kbps}$ についてを採用して実験を行った。図3～図8には、ユーザ数（横軸）とビット誤り率（縦軸）の実験結果のグラフを、転送レートならびに縮尺を変更して、それぞれ示す。

5 グラフ中、「ASN」が通常のWCDMA通信の結果であり、「AN」が本発明を適用した非同期チャネルWCDMA通信の結果である。たとえば、 $60\text{ kbps}$ の場合、ビット誤り率を $0.001$ とすると、通常のWCDMA通信ではユーザ数は16であるが、非同期化WCDMA通信では、ユーザ数は20となる。 $0.002$ とすると、通常のWCDMA通信ではユーザ数は12であるが、非同期化WCDMA通信では、ユーザ数は16となる。このように、本発明によって、ビット誤り率の低減に大きな効果を得ることができ、複数の信号を効率良く分離できていることがわかる。

なお、上述の[非特許文献1]によれば、非同期ユーザCDMAの方  
15 が同期ユーザCDMAに比べてより干渉雑音が少ない旨の分析結果が得られているが、本実施形態では、同期信号を積極的に非同期化することにより、同様の効果を得ているのである。

#### 産業上の利用の可能性

20

以上説明したように、本発明によれば、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、送信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムを提供することができる。

## 請求の範囲

1. 入力受付部と、非同期化部と、変調部と、送信部と、を備える  
5 送信装置であって、

前記入力受付部は、複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  の入力を受け付け、

前記非同期化部は、前記入力を受け付けられた複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれを、時間  $t_1, \dots, t_N$  だけ遅延させた複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を出力し、

10 前記変調部は、前記出力された複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を変調した変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  ( $1 \leq L \leq N$ ) を出力し、

前記送信部は、前記出力された変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を送信し、

当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  は前記入力を受け付けられた複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のクロックレートの最小値の逆数よりも短い

15 ことを特徴とするもの。

2. 請求項 1 に記載の送信装置であって、記憶部をさらに備え、

前記記憶部は、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじめ記憶し、

前記非同期化部は、前記記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、

20 当該複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれを、当該時間  $t_1, \dots, t_N$  だけ遅延させる

ことを特徴とするもの。

3. 請求項 1 に記載の送信装置であって、

25 前記変調部は、当該非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を  $L$  ( $L \leq N$ ) 個の信号群に分類し、当該分類された  $L$  個の信号群のそれぞれを、 $L$  個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を出力する

ことを特徴とするもの。

4. 請求項 3 に記載の送信装置であって、

前記送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いるL個の無線周波数変調器により当該変調済信号 $w_1, \dots, w_L$ のそれぞれを無線送信する

5 ことを特徴とするもの。

5. 請求項 3 に記載の送信装置であって、

前記送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数変調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルに当該変調済信号 $w_1, \dots,$

$w_L$ を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれぞれを無線送信する

ことを特徴とするもの。

6. 請求項 5 に記載の送信装置であって、 $L=2$ であることを特徴とするもの。

7. 請求項 1 に記載の送信装置であって、

当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ は、あらかじめ記憶される整数値aと、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$20 \quad u_1 = a ;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる $u_1, \dots, u_N$ に比例する

ことを特徴とするもの。

25 8. 請求項 7 に記載の送信装置であって、

前記あらかじめ記憶される値aは、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ が更新される

ことを特徴とするもの。

9. 請求項 7 に記載の送信装置であつて、

当該所定の非線型変換  $f(\cdot)$  は、以下の (a) ~ (e) のいずれかで  
5 あることを特徴とするもの。

(a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^r - 1$ ) を用いて定義される変換

$$f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^r},$$

10 (d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割  
った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形  
となる変換。

15 10. 受信部と、遅延部と、復調部と、出力部と、を備える受信装  
置であつて、

前記受信部は、複数の信号を受信信号  $a_1, \dots, a_L$  (1 ≤ L) として受信  
し、

前記遅延部は、前記受信された複数の受信信号  $a_1, \dots, a_L$  のそれぞれ  
20 を、所定の定数時間 T による時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  (L ≤ N) のいずれかを重  
複なく遅延させた複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を出力し、

前記復調部は、前記出力された複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を復調した  
復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を出力し、

前記出力部は、前記出力された複数の復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を、伝送  
25 された複数の同期信号として出力する  
ことを特徴とするもの。

11. 請求項 10 に記載の受信装置であつて、記憶部をさらに備え、

前記記憶部は、当該所定の定数時間 T および時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじ

め記憶し、

前記遅延部は、前記記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号 $r_1, \dots, r_n$ のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 $T-t_1, \dots, T-t_n$ だけ遅延させる

5 ことを特徴とするもの。

1 2. 請求項 1 0 に記載の受信装置であって、

前記遅延部は、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_n$ を $L$ 個の遅延時間群に分類し、当該分類された $L$ 個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 $a_{11}, \dots, a_{1L}$ に重複しないように適用して、当該中間信号 $p_1, \dots, p_n$ を出力する

ことを特徴とするもの。

1 3. 請求項 1 2 に記載の受信装置であって、

15 前記受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる $L$ 個の無線周波数復調器から当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ のそれぞれを得る  
ことを特徴とするもの。

1 4. 請求項 1 2 に記載の受信装置であって、

20 前記受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数復調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルから当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ を重複しないように得る  
ことを特徴とするもの。

25 1 5. 請求項 1 4 に記載の受信装置であって、 $L=2$ であることを特徴とするもの。

1 6. 請求項 1 0 に記載の受信装置であって、

当該時間 $t_1, \dots, t_n$ は、あらかじめ記憶される整数値 $a$ と、所定の有限

体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる $u_1, \dots, u_N$ に比例する

5 ことを特徴とするもの。

17. 請求項16に記載の受信装置であって、

前記あらかじめ記憶される値 $a$ は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_n)$$

10 と更新され、これによって、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_n$ が更新される

ことを特徴とするもの。

18. 請求項16に記載の受信装置であって、

15 当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであることを特徴とするもの。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^r - 1$ ) を用いて定義される変換

20  $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^r}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

25

19. 入力受付工程と、非同期化工程と、変調工程と、送信工程と、を備える送信方法であって、

前記入力受付工程では、複数の同期信号 $r_1, \dots, r_n$ の入力を受け付け、

前記非同期化工程では、前記入力を受け付けられた複数の同期信号

$r_1, \dots, r_N$ のそれぞれを、時間  $t_1, \dots, t_N$ だけ遅延させた複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$ を出力し、

前記変調工程では、前記出力された複数の非同期信号  $v_1, \dots, v_N$ を変調した変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  ( $1 \leq L \leq N$ ) を出力し、

- 5 前記送信工程では、前記出力された変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を送信し、  
当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  は前記入力を受け付けられた複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のクロックレートの最小値の逆数よりも短い  
ことを特徴とする方法。

10 20. 請求項 19 に記載の送信方法であって、遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじめ記憶する記憶部を用い、

前記非同期化工程では、前記記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、当該複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれを、当該時間  $t_1, \dots, t_N$ だけ遅延させる

- 15 ことを特徴とする方法。

21. 請求項 19 に記載の送信方法であって、

- 前記変調工程では、当該非同期信号  $v_1, \dots, v_N$  を  $L$  ( $L \leq N$ ) 個の信号群に分類し、当該分類された  $L$  個の信号群のそれぞれを、 $L$  個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  を出力する  
ことを特徴とする方法。

22. 請求項 21 に記載の送信方法であって、

- 25 前記送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる  $L$  個の無線周波数変調器により当該変調済信号  $w_1, \dots, w_L$  のそれぞれを無線送信する  
ことを特徴とする方法。

23. 請求項 21 に記載の送信方法であって、

前記送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数変調器のそれぞれのIチャネルとQチャネルに当該変調済信号 $w_1, \dots, w_L$ を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれぞれを無線送信する

5 ことを特徴とする方法。

24. 請求項23に記載の送信方法であって、 $L=2$ であることを特徴とする方法。

10 25. 請求項19に記載の送信方法であって、

当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ は、あらかじめ記憶される整数値aと、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

15 と定められる $u_1, \dots, u_N$ に比例する

ことを特徴とする方法。

26. 請求項25に記載の送信方法であって、

前記あらかじめ記憶される値aは、所定の時間が経過するごとに、

$$20 \quad a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 $t_1, \dots, t_N$ が更新される

ことを特徴とする方法。

25 27. 請求項25に記載の送信方法であって、

当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の(a)～(e)のいずれかであることを特徴とする方法。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^k - 1$ ) を用いて定義される変換  
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^k}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剩余を用いる変換、

5 (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

28. 受信工程と、遅延工程と、復調工程と、出力工程と、を備える受信方法であって、

10 前記受信工程では、複数の信号を受信信号  $a_1, \dots, a_L$  ( $1 \leq L$ ) として受信し、

前記遅延工程では、前記受信された複数の受信信号  $a_1, \dots, a_L$  のそれを、所定の定数時間  $T$  による時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  ( $L \leq N$ ) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を出力し、

15 前記復調工程では、前記出力された複数の中間信号  $p_1, \dots, p_N$  を復調した復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を出力し、

前記出力工程では、前記出力された複数の復調済信号  $r_1, \dots, r_N$  を、伝送された複数の同期信号として出力する  
ことを特徴とする方法。

20

29. 請求項 28 に記載の受信方法であって、当該所定の定数時間  $T$  および時間  $t_1, \dots, t_N$  をあらかじめ記憶する記憶部を用い、

前記遅延工程では、前記記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号  $r_1, \dots, r_N$  のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間  $T - t_1, \dots, T - t_N$  だけ遅延させる  
ことを特徴とする方法。

30. 請求項 28 に記載の受信方法であって、

前記遅延工程では、当該遅延時間  $T-t_1, \dots, T-t_N$  を  $L$  個の遅延時間群

に分類し、当該分類されたL個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ に重複しないように適用して、当該中間信号 $p_1, \dots, p_L$ を出力する

ことを特徴とする方法。

5

31. 請求項30に記載の受信方法であって、

前記受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL個の無線周波数復調器から当該受信信号 $a_1, \dots, a_L$ のそれぞれを得る

ことを特徴とする方法。

10

32. 請求項30に記載の受信方法であって、

前記受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数復調器のそれぞれのIチャネルとQチャネルから当該受信信号 $a_1, \dots, a_{L/2}$ を重複しないように得る

ことを特徴とする方法。

33. 請求項32に記載の受信方法であって、 $L=2$ であることを特徴とする方法。

20 34. 請求項28に記載の受信方法であって、

当該時間 $t_1, \dots, t_N$ は、あらかじめ記憶される整数値aと、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a ;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

25 と定められる $u_1, \dots, u_N$ に比例する

ことを特徴とする方法。

35. 請求項34に記載の受信方法であって、

前記あらかじめ記憶される値aは、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間  $t_1, \dots, t_N$  が更新される

ことを特徴とする方法。

5

3 6. 請求項 3 4 に記載の受信方法であって、

当該所定の非線型変換  $f(\cdot)$  は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであることを特徴とする方法。

(a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換、

10 (b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数  $p, q$  ( $p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^r - 1$ ) を用いて定義される変換

$$f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^r},$$

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

15 (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

3 7. コンピュータ (F P G A (Field Programmable Gate Array) 、  
D S P (Digital Signal Processor) 、 A S I C (Application Spec  
20 ific Integrated Circuit) を含む。) を、請求項 1 から 9 のいずれか  
1 項に記載の送信装置の各部として機能させることを特徴とするプロ  
グラム。

3 8. コンピュータ (F P G A (Field Programmable Gate Array) 、  
25 D S P (Digital Signal Processor) 、 A S I C (Application Spec  
ific Integrated Circuit) を含む。) を、請求項 1 0 から 1 8 のいず  
れか 1 項に記載の受信装置の各部として機能させることを特徴とする  
プログラム。

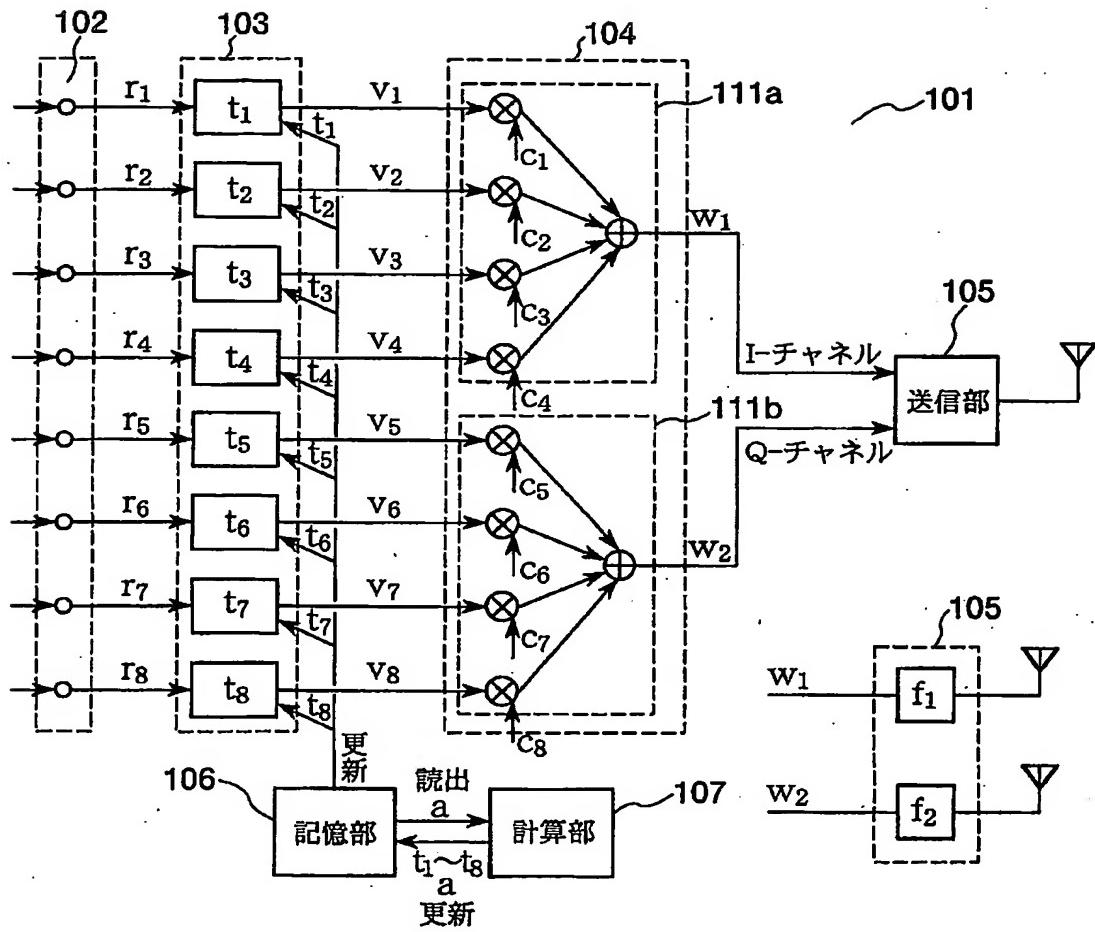


図 1

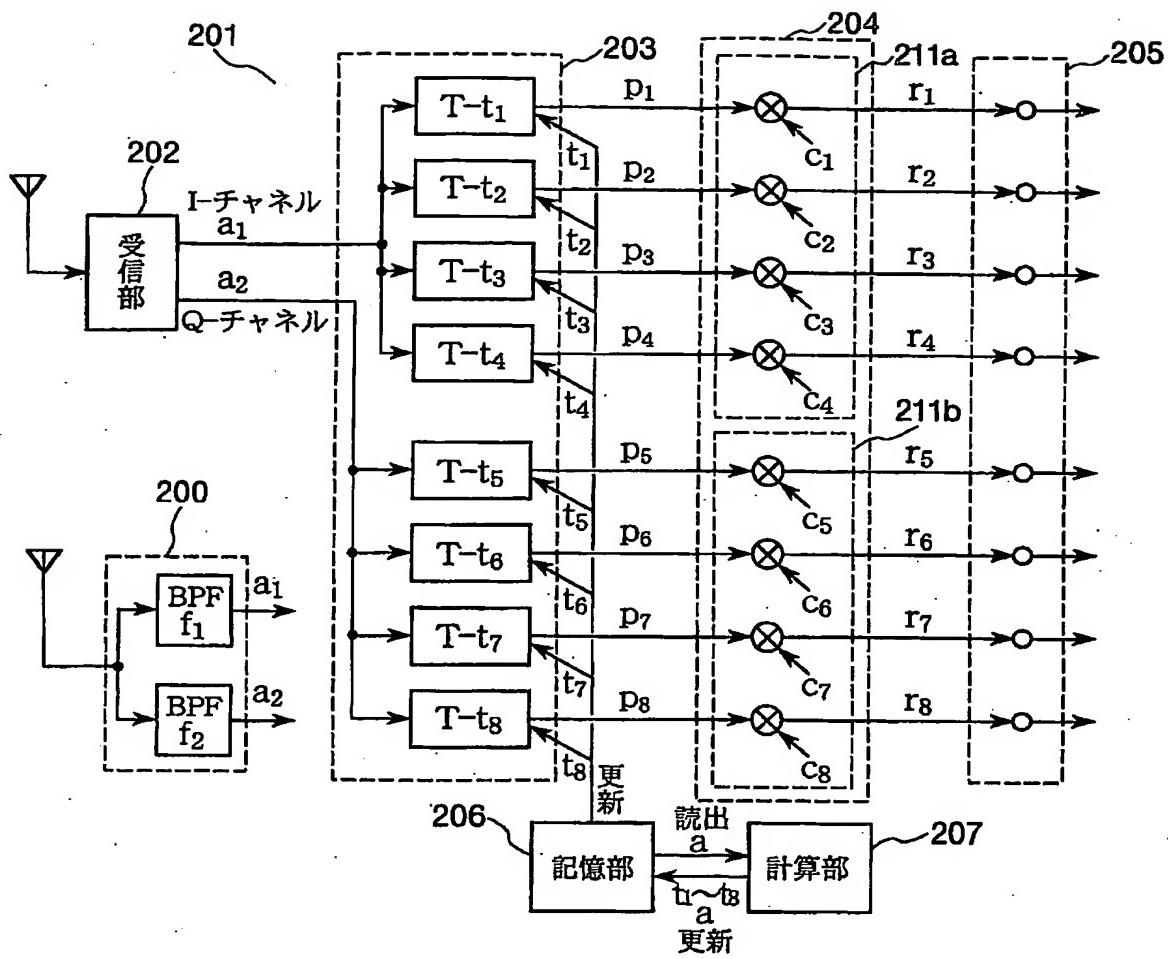


図2

3 / 8

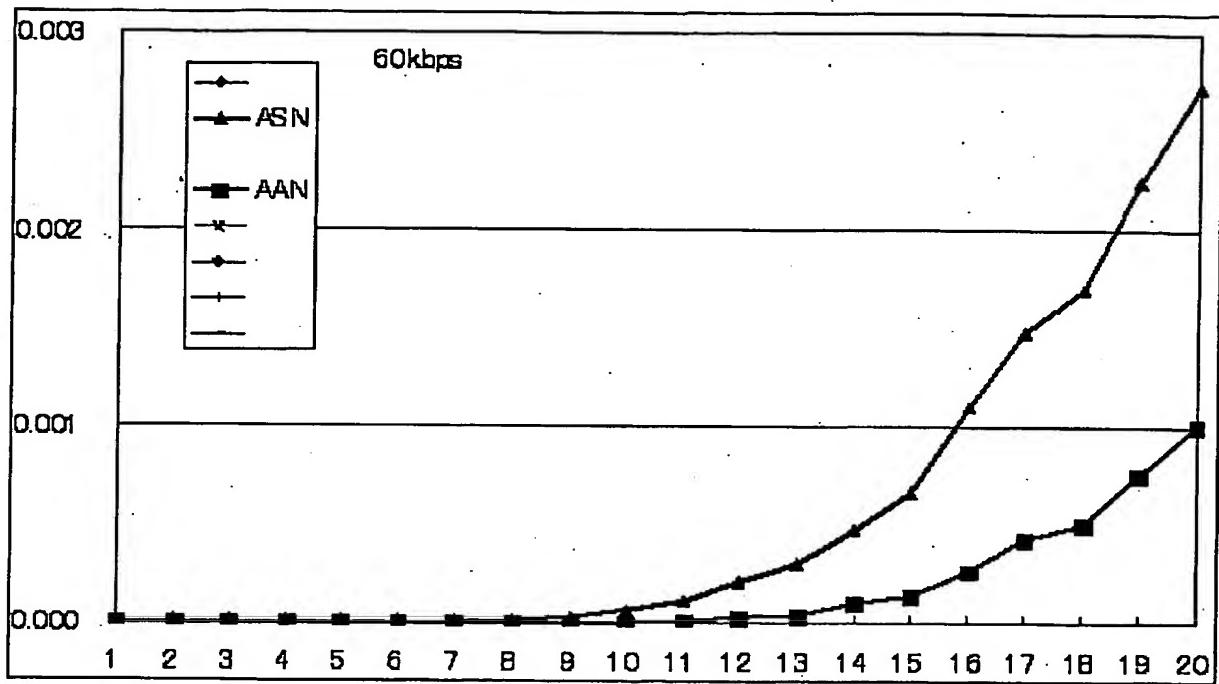


図3

4 / 8

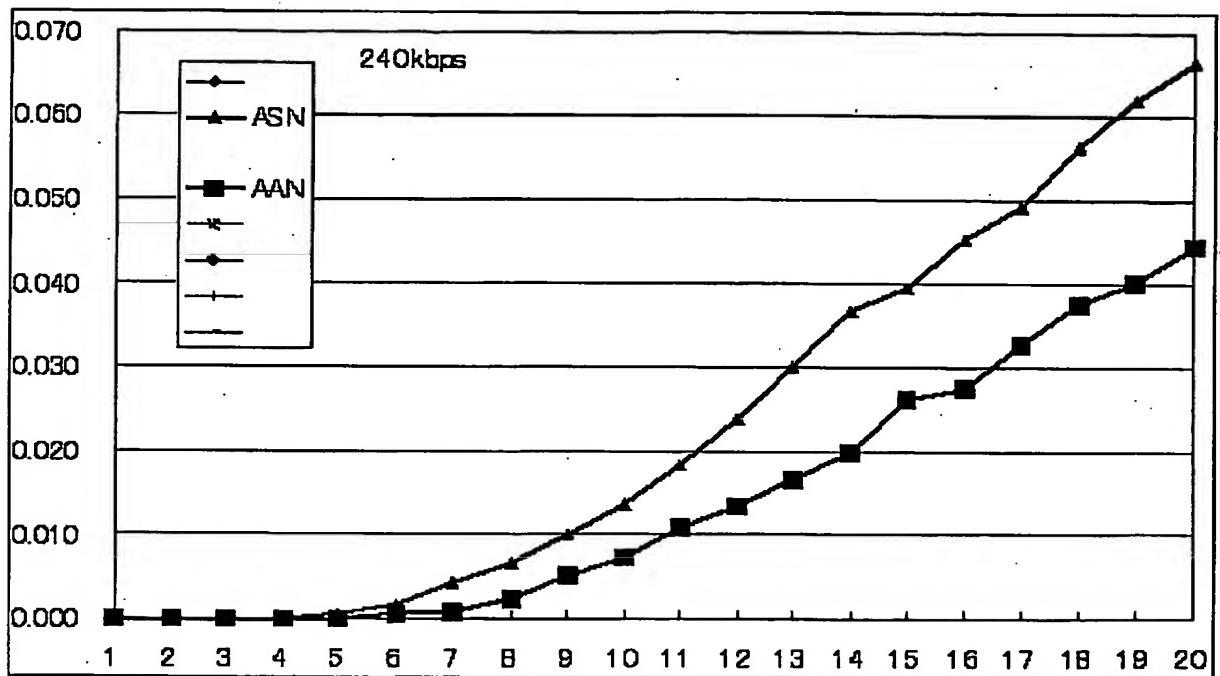


图 4

5 / 8

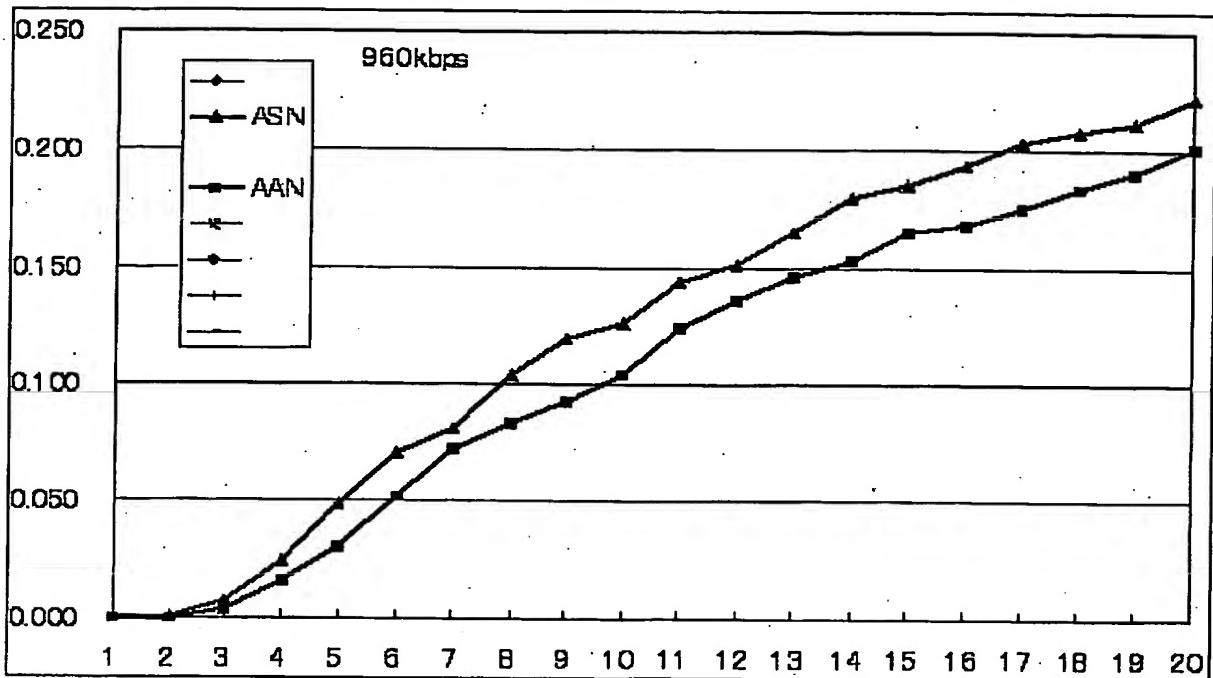


図5

6 / 8

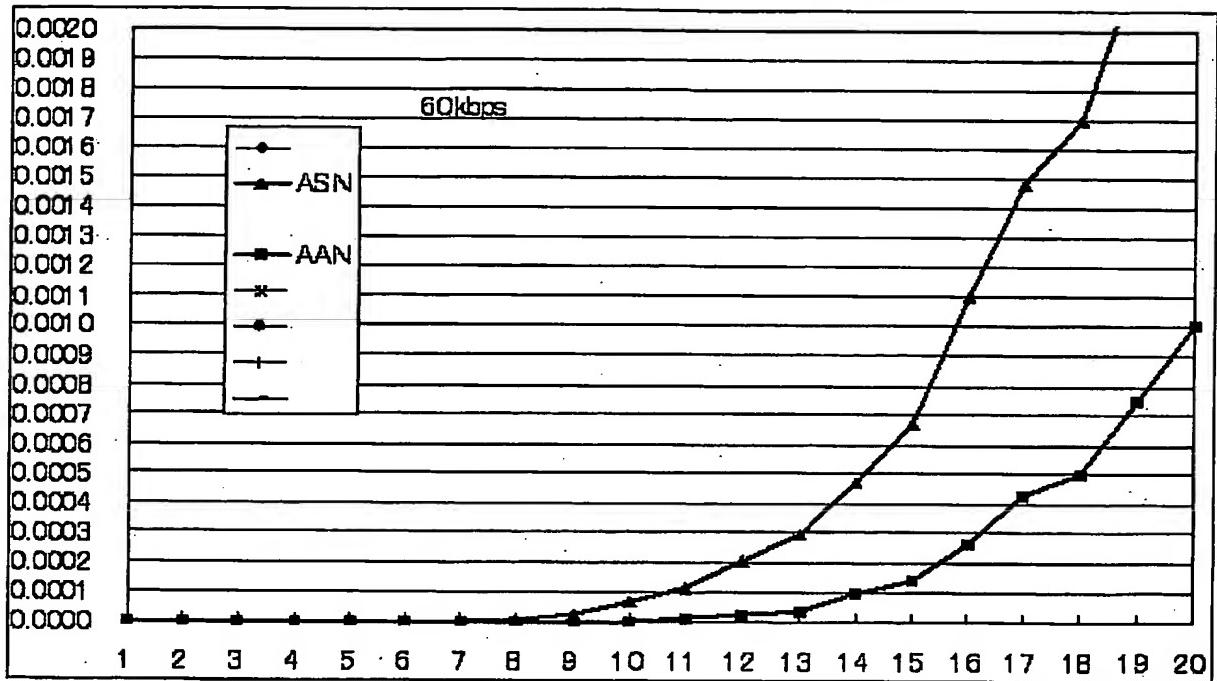


図6

7 / 8

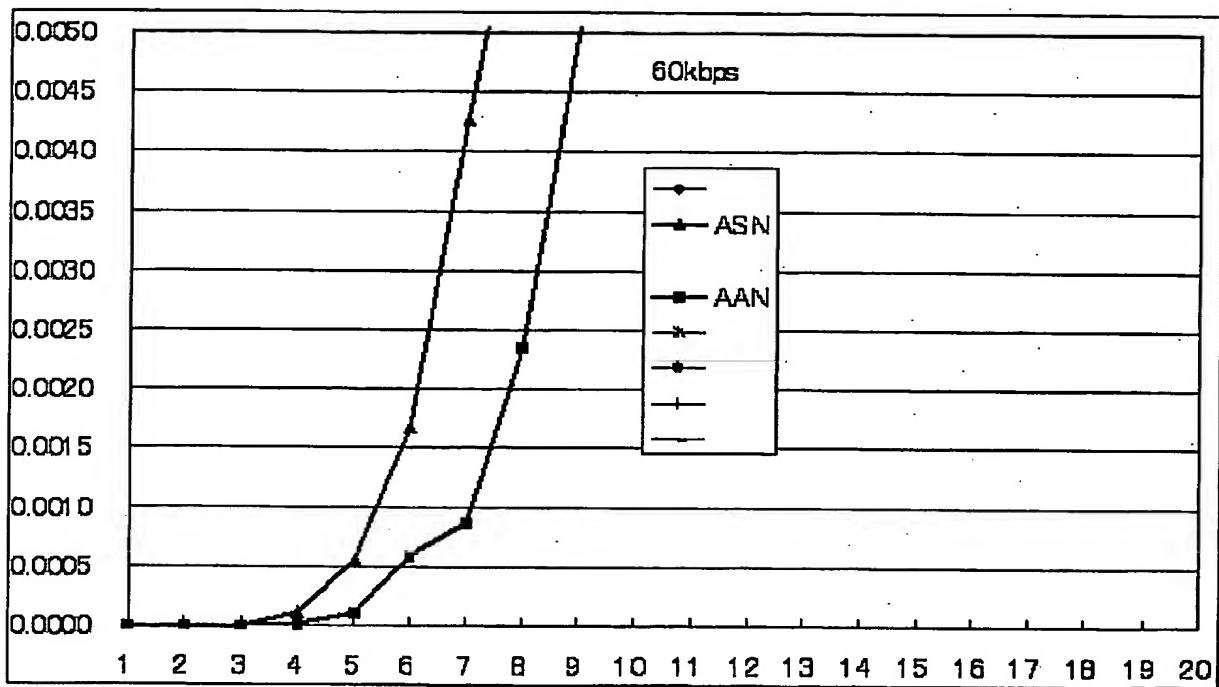


図7

8 / 8

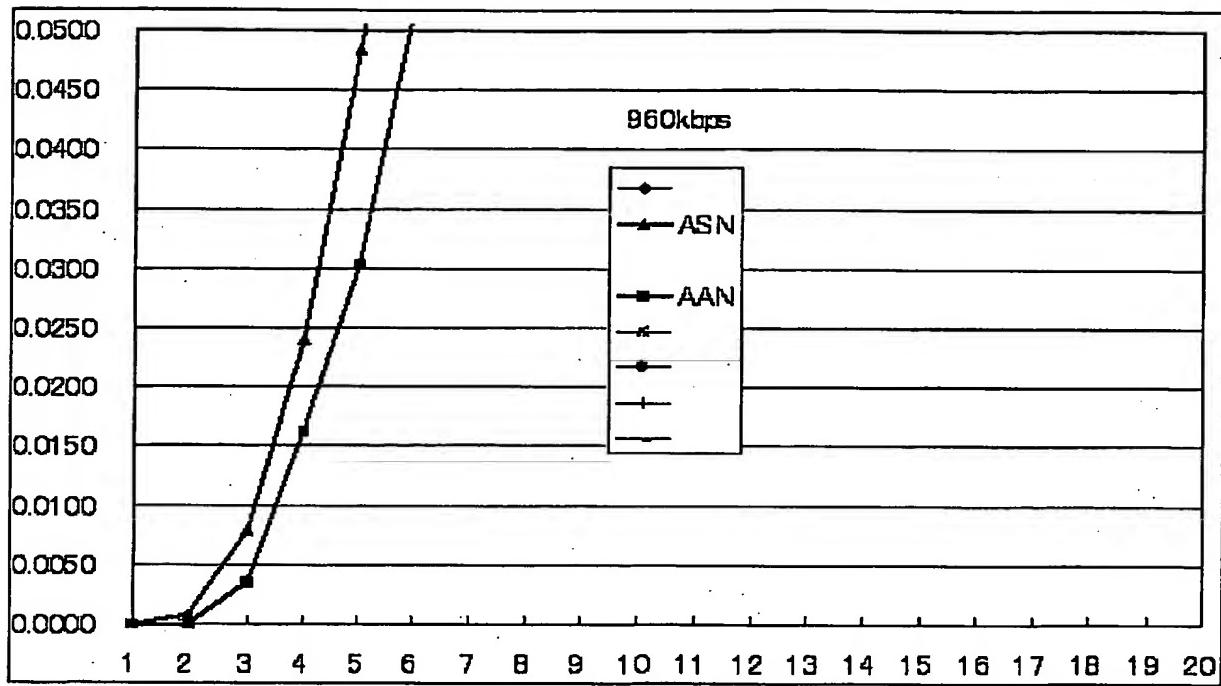


図 8